COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1881, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Jamin obtient	32	suffrages.
M. Rolland »	17	»
M. Desains »	1	»
M. Hermite »	1	»
M. Phillips »	1	»

M. **Jamin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1881.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1880, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 52,

M. Decaisne	obtient.....	48 suffrages.
M. Edm. Becquerel	»	46 »

MM. **Decaisne** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission centrale administrative.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Edmond Becquerel** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1881.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le Tome LXXXVIII (1er semestre 1879) et le Tome LXXXIX (2e semestre 1879) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1880 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Documents relatifs au passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome II vient d'être terminée. Elle renferme la fin des Mémoires concernant la mission de l'île Saint-Paul : la Météorologie, par M. le Dr Rochefort, et les recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, à Saint-Paul et Amsterdam et aux Seychelles, par M. Ch. Vélain. Elle contient aussi les Rapports de M. Tisserand et de M. Picard sur la mission du Japon, celui de M. Héraud sur la mission de Saïgon et enfin celui de M. Ch. André sur la mission de Nouméa.

Ce Volume renferme également, outre de nombreux bois placés dans le corps du texte, 33 planches lithographiées, gravées ou photoglyptiques.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLII a sept feuilles tirées. Elles contiennent le Mémoire n° 1, de MM. Becquerel, sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^m de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année 1878. Le Mémoire n° 2 est de M. de Lacaze-Duthiers; il est intitulé : « Histoire de la *Laura Gerardiæ*, type nouveau de crustacé parasite ». Les feuilles 1 à 9 sont en pages; le reste de la copie livrée à l'imprimerie forme les placards 9 à 16; l'explication des figures est également en placards. La gravure des planches sera terminée vers le mois de mars. Le Mémoire n° 3 forme sept feuilles bonnes à tirer; il porte pour titre : « Mémoire sur la température de l'air à la surface du sol, etc., pendant l'année 1879 », par MM. Edmond et Henri Becquerel.

Le Tome XLIII renferme le Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont. Ce Mémoire a six feuilles tirées; la feuille 7 et la feuille 1 des Tables sont bonnes à tirer. La fin de ce travail, qui formera environ vingt-cinq feuilles, va suivre bientôt.

Documents relatifs au passage de Vénus. — Le Tome III est, comme les précédents, divisé en deux Parties. La première est en préparation; elle contiendra le dernier Rapport qu'il y ait encore à publier à propos des missions de 1874, celui de MM. Bouquet de la Grye et H. Filhol sur les travaux effectués à l'île Campbell. La deuxième Partie avance rapidement; les fascicules A, B, C, D, E des mesures micrométriques sont achevés; il ne reste plus maintenant en préparation que le fascicule F, qui doit contenir les mesures confiées à M. Gariel.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXVII a quatre-vingt-une feuilles tirées. Le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux forme vingt-quatre feuilles; celui de M. G. Darboux, sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, forme cinquante et une feuilles; celui de M. Félix Lucas, sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, forme deux feuilles; celui de M. Haton de la Goupillière, intitulé « Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant eu égard aux résistances passives », forme quatre feuilles; enfin celui de M. Stanislas Meunier, sur le mode de formation de divers minéraux météoriques, forme quatre feuilles.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Table générale des Mémoires de l'Académie (Tomes I à XIV, 1[re] série; Tomes I à XL, 2[e] série) *et des Mémoires des Savants étrangers* (Tomes I et II, 1[re] série ; Tomes I à XXV, 2[e] série). — Cette Table est divisée en trois Parties : la première, par *ordre de Volumes*, formera huit feuilles, qui sont en correction; la seconde, par *noms d'auteurs*, forme sept feuilles, qui sont tirées; la troisième, par *ordre de matières*, dont le manuscrit va être incessamment livré à l'imprimerie, formera environ sept feuilles.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1[er] janvier 1880.

Membres décédés.

Section de Géométrie: M. **Chasles**, décédé le 18 décembre.

Section de Mécanique : M. le général **Morin**, décédé le 7 février.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **Bresse**, le 31 mai, en remplacement de M. le général **Morin**.

Section de Géographie et Navigation : M. le colonel **Perrier**, le 5 janvier, en remplacement de M. **de Tessan**.

Membre à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Chasles**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1[er] janvier 1880.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Borchardt**, à Berlin, décédé le 27 juin.

Section d'Astronomie : M. **Peters**, à Kiel, décédé le 9 mai.

Section de Physique générale : M. **Lissajous**, à Plombières-lès-Dijon, décédé le 24 juin.

Section de Chimie : M. **Favre**, à Marseille, décédé le 17 février; M. **Zinin**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 18 février.

Section de Minéralogie: M. **W. Miller**, à Cambridge, décédé le 20 mai.

Section de Botanique : M. **Schimper**, à Strasbourg, décédé le 20 mars; M. **Godron**, à Nancy, décédé le 16 août.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Brioschi**, à Milan, le 6 décembre, en remplacement de M. **Borchardt**, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Warren de la Rue**, à Londres, le 27 décembre, en remplacement de M. **Mac Lear**, décédé.

Section de Physique générale : M. **Abria**, à Bordeaux, le 13 décembre, en remplacement de M. **Lissajous**, décédé.

Section de Chimie : M. **Chancel**, à Montpellier, le 7 juin, en remplacement de M. **Favre**, décédé ; M. **Stas**, à Bruxelles, le 14 juin, en remplacement de M. **Zinin**, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Sella**, à Rome, le 27 décembre, en remplacement de M. **W. Miller**, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Peters**, à Kiel, décédé le 9 mai.

Section de Botanique : M. **Schimper**, à Strasbourg, décédé le 20 mars ; M. **Godron**, à Nancy, décédé le 16 août.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 1879. M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur l'oxyde de fer magnétique.* Note de M. **Berthelot**.

« 1. On sait qu'il existe divers oxydes de fer intermédiaires entre les deux oxydes salifiables, le protoxyde et le peroxyde de fer, FeO et Fe^2O^3. Ces *oxydes,* dits *salins,* peuvent être regardés comme formés par la combinaison des deux oxydes fondamentaux ; le plus important est l'oxyde magnétique Fe^3O^4, c'est-à-dire $FeO + Fe^2O^3$, qui se produit dans un grand nombre de réactions. M. Moissan, dans l'étude remarquable qu'il a publiée récemment sur les oxydes métalliques de la famille du fer (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XXI, p. 199 ; 1880), a montré qu'il

existe plusieurs états isomériques distincts d'oxyde magnétique, obtenus dans la réduction ménagée du peroxyde de fer et par divers autres artifices. Ces oxydes isomères se différencient par la facilité inégale avec laquelle ils sont attaqués par les acides et les autres agents chimiques. M. Moissan ayant bien voulu me remettre des échantillons de la variété la plus facilement attaquable, la seule que l'on puisse dissoudre dans les acides à basse température, j'en ai déterminé la chaleur de formation.

» 2. A cette fin, j'ai d'abord vérifié la composition du produit, en cherchant combien il fallait d'oxygène (fourni par le permanganate de potasse) :

» 1° Pour peroxyder le produit lui-même;

» 2° Pour le peroxyder après réduction à l'état de protoxyde par le zinc.

» J'ai trouvé, pour 100 parties d'oxyde magnétique sec (1) :

1er échantillon.	2e échantillon.	
3,49	3,34	O fixé (produit initial Fe^3O^4).
10,40	10,30	O fixé (produit réduit par Zn).

» La théorie indique 3,45 et 10,35.

» Le composé était donc bien l'oxyde Fe^3O^4.

» Ce corps, maintenu vers 70° pendant quelques heures, absorbe déjà une dose sensible d'oxygène : 0,15 à 0,17 dans mes essais.

» Cet oxyde ne se dissout pas immédiatement dans l'acide chlorhydrique étendu et froid, mais il se dissout assez vite dans l'acide concentré.

» 3. J'ai pris 5gr de l'oxyde magnétique précédent et je les ai introduits avec 25cc d'acide chlorhydrique concentré ($HCl + 4,08H^2O^2$) dans une petite fiole, immergée au sein d'un calorimètre renfermant 500gr d'eau.

» J'ai agité vivement, jusqu'à dissolution de l'oxyde dans l'acide concentré, puis j'ai brisé la fiole, de façon à mélanger la solution ferrosoferrique avec excès d'acide dans la totalité de l'eau du calorimètre. La chaleur totale dégagée a été mesurée. D'autre part, je connaissais la chaleur dégagée par la réaction des oxydes de fer sur l'acide chlorhydrique étendu, à la même température :

FeO hydraté + HCl étendu, dégage........	+10,7
Fe^2O^3 hydraté + 3HCl étendu, dégage........	+17,1
Total........	+27,8

(1) Le produit, séché entre 60° et 70°, a perdu 0,2 seulement.

J'ai vérifié expressément que la réaction d'un excès d'hydracide, dilué à l'avance dans les mêmes proportions exactes que l'acide de l'expérience ci-dessus, sur la solution du protochlorure et sur celle du perchlorure de fer, celles-ci étant prises d'ailleurs sous une dilution équivalente, dégage des quantités de chaleur négligeables.

» Cela constaté, pour calculer la chaleur que dégagerait la dissolution de l'oxyde magnétique dans l'acide chlorhydrique étendu, il suffit de mesurer d'abord la chaleur totale dégagée par la dissolution de Fe^3O^4 dans l'hydracide concentré, dissolution suivie de la dilution de la liqueur : cette quantité est connue d'après l'expérience précédente; puis on mesure la chaleur dégagée par la dilution de la même quantité d'hydracide concentré, dans la même quantité d'eau, à la même température, et on retranche cette dernière quantité de la précédente. J'ai trouvé ainsi

Fe^3O^4 anhydre $+ 4HCl$ étendu $= FeCl$ étendu $+ Fe^2Cl^3$ étendu $+ 4HO$,
dégage (moyenne de trois essais) .... $+23^{Cal},4$.

» La différence entre ce chiffre et la somme des deux précédents, soit

$$+27,8 - 23,4 = +4^{Cal},4,$$

exprime la chaleur dégagée par la combinaison des deux oxydes de fer fondamentaux, pris à la température ordinaire et sous forme d'hydrates :

FeO hydraté $+ Fe^2O^3$ hydraté $= Fe^3O^4$ anhydre (variété facilement attaquable)... $+4^{Cal},4$

» La marche expérimentale qui vient d'être suivie a été préférée, après essai, à la marche qui consisterait à employer directement comme liqueur calorimétrique l'acide chlorhydrique concentré, parce que la chaleur de dilution, observée dans ce cas, serait vingt fois plus grande que dans le premier cas et par suite dix à douze fois aussi grande que la chaleur même dégagée dans la réaction de l'oxyde magnétique sur l'hydracide étendu : les limites d'erreur seraient dès lors bien plus considérables. Je dirai seulement, à titre de renseignement, que la dissolution de l'oxyde magnétique dans soixante fois son poids d'acide concentré, $HCl + 4,08H^2O^2$, dégage pour Fe^3O^4 : $+21,0$.

» 4. On tire encore des nombres donnés plus haut :

$Fe^3 + O^4 = Fe^3O^4$, dégage .... $+134,5$ ou $+33,6 \times 4$.

» On a d'ailleurs

$Fe + O +$ eau $= FeO$ hydraté .... $+ 34,5$
$Fe^2 + O^3 +$ eau $= Fe^2O^3$ hydraté ..... $+ 95,6$ ou $+31,9 \times 3$.

» 5. On peut faire une première application de ces chiffres à la réduction des oxydes de fer par l'hydrogène, et à la décomposition inverse du fer métallique par la vapeur d'eau. En effet, les chaleurs de formation des trois oxydes de fer (+ 34,5; + 33,6; + 31,9) à partir d'un même poids d'oxygène sont fort voisines de la chaleur de formation de l'eau solide (+ 35,2 — A, A étant la chaleur de solidification de l'hydrogène), celle-ci étant rapportée à des états semblables des composants et des composés.

» Si l'on admet pour A un chiffre voisin de 2 à 4, ce qui est conforme aux analogies, on voit que l'hydrogène devra ramener le peroxyde de fer à l'état d'oxyde magnétique, puis de protoxyde ([1]), et que le fer devra décomposer l'eau en sens inverse, en engendrant de l'oxyde magnétique et du protoxyde : toutes prévisions conformes à l'expérience.

» Si l'on admet en outre un état de dissociation des oxydes de fer, tel que l'oxyde magnétique coexiste avec une certaine dose de protoxyde et de peroxyde, produits par sa dissociation, on rendra compte des phénomènes d'équilibre qui accompagnent ces deux réactions, phénomènes si bien étudiés par M. H. Sainte-Claire Deville (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1201, et LXXI, p. 30).

» 6. Toutefois il n'est pas possible de préciser complètement ces interprétations, dans l'état actuel de la science, et de les étendre jusqu'à la réduction du fer métallique, parce que nous ne connaissons ni les chaleurs d'hydratation du protoxyde (B) et du peroxyde de fer, ni par conséquent la vraie chaleur de formation (+ 34,5 — B, pour le protoxyde) de ces oxydes anhydres; ni les chaleurs de transformation des états facilement attaquables des trois oxydes de fer (protoxyde, peroxyde, oxyde magnétique) dans les trois états stables ([2]) et difficilement attaquables [probablement polymériques ([3])], ni les chaleurs spécifiques de ces oxydes et de la vapeur d'eau elle-même entre 0° et 600°, chaleurs spécifiques qui font varier la chaleur mise en jeu dans les réactions. Il suffirait que vers le rouge la chaleur de formation du protoxyde anhydre (+ 34,5 — B à

([1]) Voir Moissan, *loco citato*, p. 201.

([2]) *Voir* dans Moissan, *loco citato*, page 222, les deux variétés d'oxyde magnétique qu'il appelle *allotropiques;* et page 224 les deux protoxydes.

([3]) Les différences entre les états multiples d'un même oxyde métallique, inégalement attaquables par les réactifs, étaient expliquées autrefois par le mot vague de *cohésion*, auquel j'ai proposé, il y a bien des années, de substituer dans la plupart des cas la notion précise de la *polymérie*, c'est-à-dire de la combinaison de plusieurs molécules simples avec dégagement de chaleur (Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 551).

zéro) tombât au-dessous de celle de l'eau (+ 35,2 — A à zéro), dont elle est si voisine à la température ordinaire, pour que la réduction totale des oxydes de fer par l'hydrogène fût expliquée. Nous ignorons d'ailleurs également les tensions de dissociation en vertu desquelles chaque oxyde se déshydrate, chaque oxyde se transforme en oxydes différents, chaque oxyde polymérisé tend à revenir à l'état non condensé, etc., tensions qui règlent les phénomènes d'équilibre entre le fer, l'hydrogène et les composés oxygénés de ces deux éléments.

» C'est l'ignorance de ces diverses conditions régulatrices des phénomènes qui rend parfois si difficile la prévision de ce qui se passe à la température rouge : les principes généraux sont connus; mais les données manquent souvent pour pouvoir les appliquer avec rigueur.

» 7. Quoi qu'il en soit de ces vues théoriques, nous observerons, en terminant, que d'une part, étant acceptés les chiffres ci-dessus :

Fe combiné avec O dégage	+ 34,5
» avec $O^{1\frac{1}{3}}$ »	+ 44,8
» avec $O^{1\frac{1}{2}}$ »	+ 47,8

quantités de chaleur croissantes avec la dose d'oxygène fixée sur un même poids de fer.

» Mais l'accroissement n'est pas proportionnel au poids de l'oxygène, car

O = 8gr, fixé sur le fer, dégage pour former le protoxyde (hydraté)	+ 34,5
O = 8gr, fixé sur le protoxyde pour former l'oxyde magnétique, dégage..	+ 31,0
O = 8gr, fixé sur l'oxyde magnétique pour former le peroxyde (hydraté).	+ 17,8

On peut dire encore que

O fixé par le fer en formant le protoxyde (hydraté) dégage..	+ 34,5
O fixé par le fer en formant l'oxyde magnétique..........	+ 33,6
O fixé par le fer en formant le peroxyde (hydraté)........	+ 31,9

» La chaleur dégagée va donc en décroissant, pour une même dose d'oxygène fixée, lorsqu'on passe du protoxyde à l'oxyde magnétique, puis au peroxyde, conformément à ce qui s'observe le plus souvent dans l'étude des composés formés en proportions multiples [1]. Le travail accompli diminue, c'est-à-dire que l'affinité s'affaiblit, à mesure que la dose de l'oxygène fixé devient plus considérable.

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 346, 358, 363, 367, etc. Voir aussi *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 388.

» Rappelons enfin que la formation de l'oxyde salin, par l'union du protoxyde et du peroxyde : $FeO + Fe^2O^3 = Fe^3O^4$, dégage $+4,4$, chiffre comparable à la chaleur dégagée dans la formation des sels des acides faibles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches de M.* Fournier *sur la baisse du baromètre dans les cyclones.* Note de M. **Faye.**

« M. Fournier, capitaine de frégate, m'a adressé de Toulon la première Partie d'une Étude sur la baisse barométrique qu'on observe régulièrement à l'intérieur des cyclones. J'en présente un simple extrait, pour laisser à M. Fournier la satisfaction de venir lire lui-même devant l'Académie, dans une séance ultérieure, l'exposé complet de ses idées théoriques et surtout l'application qu'il compte en faire aux règles de manœuvre devant un typhon ou un ouragan.

» L'auteur est parvenu à représenter la marche du baromètre par cette formule,

$$H - h = K\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right),$$

dans laquelle h représente la hauteur du baromètre à la distance r du centre, H la hauteur en dehors du cyclone, R le rayon extérieur de ce dernier, K une constante relative aux circonstances du phénomène et à la nature de l'instrument employé. On sait qu'un cyclone présente toujours une région centrale de calme plus ou moins étendue : c'est entre le rayon de ce calme et le rayon extérieur que l'intégrale précédente doit rester comprise.

» M. Fournier a comparé sa formule à deux séries d'observations faites à l'observatoire de l'île de la Réunion, à l'occasion des cyclones de 1818 et de 1859, caractérisés l'un par la plus grande baisse barométrique de ce siècle, l'autre par l'une des plus petites. Elles ont été publiées par M. Bridet dans son Livre sur les ouragans de l'hémisphère austral.

» En posant $L = \frac{K}{r_0}$, $\lambda = \frac{V}{r_0}$, $\tang\varphi = \lambda\theta$, relations où V représente la vitesse de translation du cyclone, r_0 la plus courte distance du centre à l'observateur immobile, θ l'heure comptée à partir de l'instant où l'observateur a atteint la plus courte distance r_0, et h_0 la hauteur barométrique à cet instant, l'équation précédente devient

$$h - h_0 = L \sin^2 \tfrac{1}{2}\varphi.$$

Voici comment elle représente les observations de l'île de la Réunion :

Cyclone de 1818, *à dépression maximum* $H - h_0 = 43^{mm}$. $h_0 = 717^{mm} \left\{ \begin{array}{l} \log\lambda = \bar{1},47813, \\ \log L = 1,94124. \end{array} \right.$

Cyclone de 1859, *à dépression minimum* $H - h_0 = 13^{mm},4$. $h_0 = 746^{mm},6 \left\{ \begin{array}{l} \log\lambda = \bar{1},35602, \\ \log L = 1,42255. \end{array} \right.$

θ.	$h - h_0$ observé.	$h - h_0$ calculé.	Diff.	θ.	$h - h_0$ observé.	$h - h_0$ calculé.	Diff.
h	mm	mm	mm	h	mm	mm	mm
0.....	0,0	0,0	0	0.....	0,0	0,0	0
3.....	10,0	11,2	+1,2	3.....	2,9	2,3	−0,6
6.....	22,5	22,5	0	6.....	5,4	5,4	0
9.....	28,5	28,5	0	9.....	7,4	7,4	0
12.....	31,9	32,0	+0,1	12.....	8,5	8,7	+0,2
15.....	34,2	34,2	0	15.....	9,5	9,5	0
18.....	36,3	35,7	−0,6	18.....	10,2	10,1	−0,1
21.....	37,5	36,8	−0,7	21.....	10,6	10,5	−0,1
24.....	38,2	37,7	−0,5	24.....	11,0	10,8	−0,2

» Je laisse maintenant la parole à l'auteur :

« On voit, par ces Tableaux, que, pendant une période de quinze heures avant le passage des centres de dépression de ces deux tempêtes à la plus courte distance de l'observateur, les valeurs de la baisse barométrique déduites de la formule sont identiques, dans les limites de la précision instrumentale, à celles qui ont été réellement observées à la Réunion en 1818 et en 1859. Quant aux légères différences, ne dépassant guère du reste $0^{mm},5$, qui se manifestent, au delà de cet intervalle, entre les données du calcul et celles de l'observation, elles peuvent être attribuées principalement à ce que, par suite de l'accroissement de force vive dans le mouvement gyratoire de la base du tourbillon et de l'élargissement progressif de son diamètre, résultant sans doute, comme le pense M. Faye, de la chute continue de l'air des régions supérieures de l'atmosphère vers le sol, les paramètres $\frac{1}{R}$, h_0 et K subissent en réalité des variations progressives et très lentes, il est vrai, mais qui peuvent atteindre, avec le temps, des valeurs sensibles. En supposant donc ces paramètres invariables dans la formule, comme nous l'avons fait, on doit nécessairement commettre une erreur qui grandit avec θ et cesse d'être négligeable au delà d'un intervalle de douze ou quinze heures environ.

» On remarquera, en outre, qu'il ne faut pas employer, dans la vérification de cette formule, les hauteurs barométriques directement observées, mais seulement leurs valeurs corrigées des variations diurnes et accidentelles qui les affectent généralement, par le tracé de la courbe continue représentant graphiquement leur marche moyenne avec le temps.

» Il est évident enfin que, dans les régions terrestres où les reliefs du sol sont nombreux et élevés, la formule ne saurait donner les résultats précis que l'on en peut déduire sur les mers, où elle fournira aux marins, comme nous l'expliquerons ultérieurement, des indications fort importantes sur la marche des ouragans. »

M. DE LA GOURNERIE fait hommage à l'Académie d'une « Notice nécrologique sur M. Jégou d'Herbeline » qu'il vient de publier dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Peters*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Gould obtient . . . . 46 suffrages.

M. GOULD, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. É. HAUNET adresse, pour le Concours du prix Bordin, une Note sur un moyen d'atténuer les inconvénients ou les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées des machines à vapeur.

(Renvoi à la future Commission.)

M. E. PRÉAUBERT adresse une nouvelle Note sur « l'attraction newtonienne et l'électricité ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux Brochures de M. *E. Delfortrie*, concernant « les dunes littorales du golfe de Gascogne » et la « découverte d'un squelette entier de *Rytiodus* dans le falun aquitanien » ;

2° Un Ouvrage de M. le Dr *Otto Hahn*, imprimé en allemand, sur « les météorites et leurs organismes ».

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant ce dernier Ouvrage, fait remarquer que l'examen des Planches dont il est accompagné a permis de constater, à Paris, que l'auteur a été victime d'une illusion, en attribuant à des organismes les aspects que présentent certaines configurations des

météorites naturelles. Ces mêmes aspects se retrouvent, en effet, dans des météorites artificielles, produites par l'action du feu.

M. **Warren de la Rue**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Ch. Hatt** se met à la disposition de l'Académie pour l'une des expéditions qui seront chargées de l'observation du passage de Vénus en 1882.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

ASTRONOMIE. — *Sur les observations des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse en* 1879. Note de M. **B. Baillaud.**

« Les observations des satellites de Jupiter ont été poursuivies en 1879 à l'Observatoire de Toulouse par MM. Jean, Perrotin, Bigourdan et Baillaud. M. Perrotin observait comme par le passé à l'équatorial Secretan, M. Bigourdan au télescope Foucault de $0^m,33$ d'ouverture, M. Jean à la lunette Bianchi; j'observais moi-même au grand télescope. A la fin de l'année, par suite du départ de MM. Perrotin et Bigourdan, un changement eut lieu; j'observai à l'équatorial et M. Jean au grand télescope.

» Le nombre total des observations a été de 341, dont 65 observations d'éclipses et 276 observations de phénomènes divers. Le nombre des observations d'éclipses est assez grand, et les observations, bien que faites à des instruments très divers, sont assez concordantes pour qu'il y ait intérêt à les comparer aux éphémérides de la *Connaissance des Temps*. Cette comparaison, en ce qui concerne le premier satellite, a été faite pour chaque instrument. Les corrections des éphémérides déduites des observations séparées sont :

Équatorial Secretan.

» Disparitions : 20 juin, $+16^s,9$; 27 juin, $+10^s,3$; 13 juillet, $+23^s,2$; 12 août, $+26^s,1$; 28 août $+0^s,5$; moyenne $+15^s,4$.

» Réapparitions : 6 septembre, $-9^s,9$; 13 septembre, $+17,2$; 29 septembre, $-9^s,5$; 1er octobre, $-10^s,8$; 31 octobre, $-3^s,6$; 9 décembre, $+20^s,2$; 25 décembre, $+20^s,0$; moyenne, $+4^s,8$.

Télescope de $0^m,33$.

» Disparitions : 27 juin, $+10^s,3$; 6 juillet, $+7^s,4$; 13 juillet, $+39^s,3$; 28 août, $+26^s,3$; moyenne, $+21^s,1$.

» Réapparitions : 6 septembre, $-9^s,5$; 13 septembre, $+0^s,9$; 29 septembre, $+1^s,7$; 1er octobre, $-9^s,2$; 8 octobre, $-7^s,3$; moyenne, $-4^s,7$.

Lunette Bianchi.

» Disparitions : 20 juin, $+36^s,6$; 27 juin, $+15^s,1$; 6 juillet, $+13^s,2$; 13 juillet, $+24^s,1$; 28 août, $+0^s,5$; moyenne, $+17^s,9$.

» Réapparition : 6 septembre, $+1^s,3$.

Grand télescope.

» Disparition : 27 juin, $+1^s,3$.

» Réapparitions : 6 septembre, $-0^s,7$; 13 septembre, $+19^s,4$; 29 septembre, $+4^s,8$; 1er octobre, $-0^s,1$; 8 octobre, $-2^s,7$; 31 octobre, $+5^s,2$; 16 novembre, $-1^s,1$; 9 décembre, $+13^s,1$; moyenne, $+4^s,8$.

» Si l'on désigne par ε la correction de l'éphéméride, par δ l'accroissement en temps qu'il convient d'attribuer au demi-diamètre du satellite, la correction d'une disparition est $\varepsilon+\delta$; celle d'une réapparition est $\varepsilon-\delta$. D'après cela, on obtient, en moyenne, en négligeant toute influence secondaire :

Équatorial	$\varepsilon=+10^s,1$	$\delta=+5^s,3$
Petit télescope	$\varepsilon=+8,2$	$\delta=+18,9$
Lunette Bianchi	$\varepsilon=+9,6$	$\delta=+8,3$
Grand télescope	$\varepsilon=+3,1$	$\delta=-1,2$

» La discordance des observations faites au grand télescope n'est qu'apparente ; elle vient de ce que la seule disparition observée à cet instrument l'a été dans de mauvaises conditions atmosphériques ; le nombre $+1^s,3$ est assurément beaucoup trop faible.

» Pour chacun des autres satellites, il convient de réunir dans les moyennes toutes les observations, leur nombre étant moins considérable. Les différences *observation — éphéméride* sont les suivantes :

Deuxième satellite.

» Disparitions : 20 août, $+67^s,1$, $+83^s,3$, $+49^s,5$; 27 août, $-6^s,1$, $+45^s,3$, $+21^s,5$; moyenne, $+43^s,6$.

» Réapparitions : 9 octobre, $-66^s,7$, $-66^s,3$; 3 novembre, $-48^s,9$; 10 novembre, $-35^s,8$; moyenne, $-54^s,4$.

» D'où

$$\varepsilon=-5^s,4,$$
$$\delta=+49^s,0.$$

Troisième satellite.

» Disparitions : 26 mai, — $26^s,3$, — $20^s,7$; 31 octobre, — $60^s,0$, — $38^s,7$; 13 décembre, — $125^s,6$, — $81^s,7$; moyenne, — $58^s,8$.

» Réapparitions : 25 septembre, — $192^s,8$, — $191^s,7$, — $191^s,7$; 31 octobre, — $203^s,6$; moyenne, — $195^s,0$.

» D'où

$$\varepsilon = -126^s,9,$$
$$\delta = +68^s,2.$$

Quatrième satellite.

» Disparitions : 2 août, — $239^s,7$, — $236^s,7$, — $268^s,7$; 19 août, — $283^s,6$, — $280^s,7$, — $280^s,3$; moyenne, — $265^s,0$.

» Réapparitions : 13 juin, — $119^s,0$, — $157^s,7$; moyenne, — $138^s,4$.

» D'où

$$\varepsilon = -201^s,7,$$
$$\delta = -64^s,3.$$

ASTRONOMIE. — *Sur un procédé d'observation astronomique à l'usage des voyageurs, les dispensant de la mesure des angles pour la détermination de la latitude et du temps sidéral.* Mémoire de M. Ch. Rouget, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

« L'idée de substituer la mesure du temps à celle des angles n'est pas nouvelle; Gauss a donné un procédé d'observation de trois étoiles vues à la même hauteur à divers intervalles de temps. La méthode est rappelée dans le *Traité d'Astronomie sphérique* de Brunnow; on y traite également de diverses questions sur la détermination du temps ou de la latitude par les étoiles ayant au même moment le même azimut.

» J'ai pensé qu'on pouvait aller plus loin dans cette voie. On peut observer deux étoiles ayant au *même moment* la même hauteur; cette observation peut être très précise en les choisissant convenablement vers le premier vertical et de *mouvements différents*. On peut, de plus, combiner deux à deux des observations de ce genre pour trouver à la fois la latitude et le temps sidéral; il suffit de noter l'intervalle écoulé entre les deux phénomènes pour n'avoir plus que deux inconnues avec deux équations.

» Lorsque deux étoiles sont au même instant à la même hauteur, l'arc de grand cercle perpendiculaire au milieu de l'arc qui les unit passe par le zénith. Lorsque deux étoiles ont ou même azimut ou des azimuts différant de 180°, l'arc de grand cercle qui les unit passe par le zénith.

» Les plans de ces grands cercles sont définis. J'ai appelé *trajectoire de*

vision simultanée l'intersection de ces plans avec la voûte céleste; ces trajectoires sont le lieu des zéniths de tous les points de la Terre d'où l'on voit le phénomène au même instant physique, quand les deux astres sont visibles.

» L'angle de ces plans avec l'équateur est connu; sa valeur indique la latitude limite d'où le phénomène peut encore être vu. Les points d'intersection avec l'équateur sont les nœuds; les ascensions droites de ces nœuds sont connues également : l'une d'elles (il n'y a qu'une solution à l'équateur) indique l'heure sidérale du phénomène pour les habitants de l'équateur.

» Le temps sidéral d'un même phénomène change d'une latitude à une autre; d'après la direction est ou ouest de la trajectoire à partir de l'équateur, on voit comment varie le temps sidéral pour des latitudes croissantes, puisque les méridiens sont coupés obliquement; l'heure sidérale croît à l'est et décroît à l'ouest, d'où il résulte que, si l'on choisit deux trajectoires allant à la rencontre l'une de l'autre, on constate qu'il s'écoulera à l'équateur un certain temps entre les deux observations, que cet intervalle diminuera jusqu'à devenir nul sur le parallèle où elles se rencontrent, et que, pour des latitudes plus élevées, les phénomènes se succèdent en ordre inverse.

» On peut donc construire des Tables par couples d'étoiles et pour des latitudes croissantes, donnant l'heure sidérale degré par degré; si les trajectoires sont choisies comme il vient d'être dit, les voyageurs pourront, par la seule durée du temps sidéral écoulé entre les deux observations, conclure la latitude et le temps sidéral par une simple interpolation. Je donne un exemple de ces Tables pour les étoiles Arcturus, α de la Balance, puis Véga et Antarès.

» Le calcul m'a conduit à établir les formules pour l'équateur; on en déduit la valeur des variables pour une latitude quelconque par la seconde formule.

» Si l'on appelle θ le temps sidéral, α l'ascension droite, D la déclinaison, l la latitude, A l'angle à l'équateur, et que l'on pose pour inconnue auxiliaire $\omega = \theta - \frac{1}{2}(\alpha'' + \alpha')$, on a :

» 1° Pour les phénomènes de même hauteur (équateur),

$$\operatorname{tang} \omega\varepsilon = \frac{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(D'' + D') \operatorname{tang} \frac{1}{2}(D'' - D')}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')},$$

$$\sin(\theta\varepsilon - \theta l) = \frac{\operatorname{tang} l \sin \omega\varepsilon}{\cos \frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha') \operatorname{tang} \frac{1}{2}(D'' + D')},$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} l}{\sin(\theta\varepsilon - \theta l)} = \frac{\cos \frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha') \operatorname{tang} \frac{1}{2}(D'' + D')}{\sin \omega\varepsilon};$$

» 2° Pour les phénomènes de même azimut, ou d'azimuts différant de 180° (je remplace ω par O),

$$\operatorname{tang} O\varepsilon = -\frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(\alpha''-\alpha')\sin(D''+D')}{\sin(D''-D')},$$

$$\sin(O\varepsilon - Ol) = -\frac{2\cos D'\cos D''\operatorname{tang} l\sin\frac{1}{2}(\alpha''-\alpha')\cos O\varepsilon}{\sin(D''-D')},$$

$$\operatorname{tang} A = -\frac{\sin(D''-D')}{2\cos D'\cos D''\sin\frac{1}{2}(\alpha''-\alpha')\cos O\varepsilon}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des lignes de courbure de toutes les surfaces de quatrième classe, corrélatives des cyclides, qui ont le cercle de l'infini pour ligne double.* Note de M. G. **Darboux.**

« Considérons une surface quelconque (S) et une surface du second degré (Q). Si l'on joint un point quelconque M de (S) au pôle du plan tangent en M par rapport à la surface (Q), on a une droite qui se réduit à la normale ordinaire quand la surface (Q) devient le cercle de l'infini. Cette droite, nous dirons qu'elle est la normale en M quand on prend pour *absolu*, suivant l'expression de M. Cayley, la quadrique (Q). Cette extension de la définition de la normale conduit naturellement à une généralisation de la théorie des lignes de courbure. Les lignes de courbure, relativement à la surface absolue (Q), sont les lieux des points pour lesquels les normales par rapport à (Q) forment une surface développable.

» Dans mon Ouvrage *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*, j'ai montré qu'on peut déterminer les lignes de courbure de toute surface du quatrième ordre à conique double quand on prend pour absolu une quelconque des quadriques inscrites dans cette surface. Les lignes de courbure par rapport à une quadrique se conservant lorsqu'on effectue une transformation par polaires réciproques, il suit de là que l'on saura déterminer les lignes de courbure de la surface de quatrième classe corrélative de la précédente par rapport à toute quadrique inscrite dans cette surface.

» Si, en particulier, cette surface de quatrième classe contient le cercle de l'infini, qui en sera alors une conique double, ce cercle pourra être considéré comme la limite d'une surface du second degré inscrite et l'on pourra déterminer les lignes de courbure par rapport à ce cercle, c'est-à-dire les lignes de courbure ordinaires de la surface. On reconnaît ainsi que

la détermination des lignes de courbure de cette surface de la quatrième classe, qui dépend, comme les cyclides, de treize paramètres, résulte de l'application immédiate d'un théorème de Géométrie que j'ai donné en 1872. Je vais d'abord montrer comment on peut effectuer cette détermination par le calcul.

» Prenons l'équation d'un plan sous la forme

$$ux + vy + wz + p = 0,$$

en supposant

$$u^2 + v^2 + w^2 = 1.$$

» L'équation de la surface générale de quatrième classe considérée peut être ramenée, par un choix convenable des axes, à la forme

$$(1) \qquad (p + \delta)^2 = au^2 + bv^2 + cw^2 + 2a'u + 2b'v + 2c'w.$$

» L'équation différentielle de ses lignes de courbure, que l'on obtient aisément, est

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} au + a' & bv + b' & cw + c' & a'u + b'v + c'w \\ adv & bdu & cdw & a'du + b'dv + c'dw \\ u & v & w & -1 \\ du & dv & dw & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

jointe à la condition

$$udu + vdv + wdw = 0.$$

» On peut, en introduisant deux arbitraires λ, μ et une différentielle dt pour l'homogénéité, écrire

$$\frac{du}{dt} = u + \frac{a' - \mu u}{a + \lambda}, \quad a'\frac{du}{dt} + b'\frac{dv}{dt} + c'\frac{dw}{dt} = a'u + b'v + c'w + \lambda - \mu,$$

$$\frac{dv}{dt} = v + \frac{b' - \mu u}{b + \lambda}, \quad u\frac{du}{dt} + v\frac{dv}{dt} + w\frac{dw}{dt} = 0,$$

$$\frac{dw}{dt} = w + \frac{c' - \mu u}{c + \lambda},$$

et l'équation (2) s'obtiendrait en éliminant λ, μ, dt entre ces cinq équations. Si nous cherchons au contraire à déterminer d'abord λ et μ, et que nous éliminions les différentielles, nous aurons

$$1 + \sum \frac{a'u}{a + \lambda} = \mu \sum \frac{u^2}{a + \lambda},$$

$$\lambda + \sum \frac{a'^2}{a + \lambda} = \mu\left(1 + \sum \frac{a'u}{a + \lambda}\right),$$

ou, en éliminant μ et après quelques réductions,

$$(3) \qquad \sum \frac{au^2 + 2a'u}{a+\lambda} = \sum \frac{(a'v - b'u)^2}{(a+\lambda)(b+\lambda)}.$$

» Or, il est bien remarquable que, conformément à ce qui se passe quand on applique une méthode analogue aux surfaces du second degré, l'intégrale générale de l'équation (2), c'est-à-dire l'équation finie de la ligne de courbure, s'obtient en donnant à λ une valeur constante quelconque dans l'équation (3).

» Au reste, on peut rattacher les propositions précédentes à des théorèmes donnés par M. Laguerre dans un beau Mémoire inséré au Tome II du *Journal de Mathématiques*, 3e série, p. 145. M. Laguerre détermine d'abord les lignes de courbure d'une surface particulière de quatrième classe; je me suis assuré qu'elle est comprise dans l'équation (1) et qu'elle correspond au cas où b' et a' sont nuls. Puis il fait connaître, d'une manière générale, les lignes de courbure des anticaustiques par réfraction relatives à des rayons parallèles de direction quelconque qui tombent sur une surface du second degré, mais sans indiquer la classe et le degré de généralité de ces anticaustiques. Or il est très aisé de démontrer le théorème suivant :

» *La surface de quatrième classe corrélative de la surface à conique double et ayant le cercle de l'infini comme ligne double peut être considérée de quatre manières différentes comme une anticaustique par réfraction relative à des rayons parallèles tombant sur une surface du second degré. Les surfaces du second degré correspondantes aux quatre modes de génération sont homofocales; elles passent par les quatre coniques doubles de la surface de quatrième classe, et dans chaque mode de génération les rayons lumineux sont normaux au plan de la conique double correspondante.*

» On peut encore énoncer cette proposition sous la forme suivante :

» *La surface de quatrième classe qui vient d'être définie peut être considérée de quatre manières différentes comme l'enveloppe des sphères ayant leur centre sur une surface du second degré et coupant un plan fixe sous un angle constant.*

» Il y a encore d'autres propriétés géométriques; je les développerai ailleurs. On voit toutefois que les résultats donnés dans cette Note deviennent, par l'emploi du théorème précédent, qui me paraît nouveau, de simples conséquences des propositions élégantes dues à M. Laguerre. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la force électromotrice des piles.* Note de M. J.-B. Baille, présentée par M. Edm. Becquerel.

« La force électromotrice relative des piles se déduit ordinairement des lois d'Ohm et de l'étude de l'intensité des courants qu'elles produisent. Lorsqu'on veut mesurer directement ces forces et les exprimer en valeur absolue, on emploie ordinairement les appareils très ingénieux de M. W. Thomson; mais ces instruments sont d'une manœuvre délicate et les indications qu'ils donnent ne sont pas toujours exemptes de doute. L'étude que nous avons faite de la balance de torsion, M. Cornu et moi, pour nos expériences sur la densité de la Terre, m'avait conduit à penser que cet appareil, dont la construction et le réglage sont si simples, pouvait être mis en action par les forces les plus faibles et donner des mesures très précises.

» Les précautions à prendre, pour obtenir de bonnes oscillations, sont d'éviter quelques perturbations qui se présentent, toujours les mêmes, et qui auraient une influence relative d'autant plus grande que le phénomène à étudier est plus délicat.

» Parmi ces perturbations, nous avons déjà signalé, M. Cornu et moi, les influences électriques et les trépidations du sol. On les élimine complètement en entourant l'appareil d'une caisse métallique, reliée au sol, et en l'installant dans un lieu bien tranquille, sur de solides piliers.

» J'ai été en butte à une autre cause perturbatrice très importante : l'influence de la chaleur. Elle se fait sentir sur le fil de torsion et sur l'air de la cage qui entoure le levier. Ces deux effets sont faciles à distinguer l'un de l'autre. Lorsque le fil seul est échauffé ou refroidi, les oscillations sont tout à fait irrégulières et désordonnées; si l'air de la cage seul est soumis à l'action de la chaleur, les oscillations restent à peu près pendulaires, mais le point d'équilibre statique autour duquel se fait l'oscillation se déplace plus ou moins vite, toujours dans le même sens, pendant que la durée de l'oscillation augmente légèrement. Je me suis garanti de ces influences perturbatrices, très tenaces, en entourant l'appareil d'une couche épaisse de copeaux de bois.

» L'appareil dont je me suis servi se composait d'un long fil de torsion ($2^{m},70$) en argent recuit et d'un levier de $0^{m},50$, portant à chaque extrémité une boule de cuivre doré de $0^{m},03$ de diamètre. Des sphères pareilles étaient fixées aux sommets d'un rectangle de $20^{m},50$ et communiquaient

entre elles deux à deux en diagonale. Le levier, placé à égale distance des sphères fixes, communiquait, par l'intermédiaire du fil de torsion, avec le pôle + d'une pile déterminée P, l'autre pôle étant au sol.

» La charge du levier n'était pas aussi constante que je l'aurais désiré, car les piles éprouvent toujours des variations difficiles à définir. Aussi étais-je obligé de mesurer cette charge à chaque observation. Je mettais en rapport le pôle + de la pile P à la fois avec le levier et avec une paire de sphères fixes, et je prenais la déviation résultante; je recommençais en prenant la déviation de l'autre côté; et ainsi de suite, en alternant quatre fois.

» La pile à mesurer X se composait de 10 éléments pareils, et je faisais communiquer un des pôles de cette pile X avec les boules fixes, pendant que le levier restait en contact avec P et que l'autre pôle de X était au sol; puis je mesurais une seconde fois la charge du levier.

» Les déviations étaient lues par la réflexion d'une échelle de verre éclairée et placée à $3^m,30$ du levier. Tous les éléments de la mesure étaient connus, et la formule statique de Coulomb donnait $C\alpha = \frac{4mm'}{d^2}$ avec $O = \sqrt{\frac{\sum \frac{p}{g} r^2}{C}}$. Dans mes expériences, $O = 437^s$ et $\Sigma pr^2 = 32171,6$ (centimètres-grammes), le levier ayant été construit de forme géométrique.

» Les nombres suivants représentent le potentiel d'un élément de pile, c'est-à-dire la quantité d'électricité que le pôle de cette pile répandrait sur une sphère de $0^m,01$ de rayon; ils sont exprimés en unités électriques, l'unité étant la quantité d'électricité qui, agissant sur elle-même à $0^m,01$ de distance, produit une répulsion égale à 1^{gr}:

Pile de Volta	0,03415,	circuit ouvert.
» (zinc, sulfate de cuivre, cuivre)	0,02997,	»
» (zinc, eau acidulée, cuivre, sulfate de cuivre)	0,03709,	»
» (zinc, eau salée, charbon, peroxyde de manganèse)	0,05282,	»
» (zinc, eau salée, platine, chlorure de platine)	0,05027,	»
» (zinc, eau acidulée, charbon, acide azotique)	0,06285,	»

» Ces nombres sont les valeurs maxima obtenues au moment où la pile venait d'être chargée; mais ces potentiels diminuent rapidement à mesure que la pile est plus vieille.

» La pile à sulfate de cuivre reste seule pendant assez longtemps aux

environs du nombre donné, mais elle éprouve des variations qui peuvent atteindre le douzième de sa valeur en plus ou en moins. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de la lumière; réponse à M. Cornu.* Note de M. Gouy.

« J'ai soumis récemment à l'Académie la première Partie d'un Mémoire sur la propagation de la lumière; les *Comptes rendus* (¹) contiennent, sous une forme succincte, les conclusions de ce travail. Dans une Note présentée à la dernière séance, M. Cornu déclare ces conclusions inexactes, et leur oppose plusieurs objections qui ne me paraissent pas s'appliquer aux idées que j'ai émises. Il me suffira, pour le montrer, d'ajouter à mon exposé trop sommaire quelques développements.

» Si l'on considère, dans un milieu isotrope, un faisceau de lumière parallèle à l'axe des x, et si l'intensité lumineuse est exprimée par une fonction de la forme $f(x - \mathrm{V}t)$, on dit que V est la *vitesse de la lumière*. Cette définition est indépendante de toute idée théorique sur la nature de la lumière. Il est évident que cette vitesse V est bien celle que l'on mesure par la méthode de la roue dentée; il n'est pas question, comme paraît le croire M. Cornu, d'une nouvelle définition de la vitesse de la lumière, ni d'objections aux expériences de M. Fizeau et aux siennes propres.

» Dans la théorie ondulatoire, l'intensité lumineuse étant proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration, la *vitesse de la lumière* V n'est autre chose que la vitesse avec laquelle se transporte cette amplitude. Il s'agit de rechercher quelles relations existent entre cette vitesse V et les autres éléments du mouvement lumineux, en tenant compte de la dispersion. Plus généralement, étant donnée une source de lumière homogène, dont on fait varier l'intensité d'une manière quelconque, il faut déterminer comment s'effectue la propagation du mouvement lumineux dans le milieu considéré.

» Pour résoudre un pareil problème, je ne connais qu'une méthode, qui consiste à former les équations différentielles du mouvement vibratoire, à les intégrer, en tenant compte des conditions initiales, et à réduire cette intégrale, si c'est possible, à une forme qui mette en évidence la loi du mouvement. Si l'on connaît d'avance, comme c'est le cas, des intégrales simples telles que leur somme puisse satisfaire aux conditions initiales, la

(¹) T. XCI, p. 877.

question se réduit à un problème d'Analyse, qui présentera, suivant les cas, des difficultés plus ou moins grandes. Tant que ce problème n'a pas été discuté avec le soin qu'il exige, on ne peut rien conclure relativement au mode de propagation du mouvement lumineux.

» Ce travail ne paraît avoir été fait que pour les milieux où la dispersion est négligeable ou nulle, comme c'est le cas dans la théorie du son. Comme cette théorie est fort connue, on se représente volontiers la propagation de la lumière, dans un milieu dispersif, comme se faisant de la même manière que la propagation des ébranlements sonores, avec cette seule différence que la *vitesse de propagation* aurait des valeurs différentes suivant la nature de la source de lumière homogène. Ainsi, pour un faisceau parallèle à l'axe des x, l'équation du mouvement vibratoire serait nécessairement de la forme

$$u = F(x - at), \tag{1}$$

a étant une constante caractéristique de la source lumineuse homogène. Il suffirait donc de déduire cette vitesse a d'un cas particulier, pour l'appliquer à tous les autres, et, si j'ai bien compris la Note de M. Cornu, c'est ainsi qu'il envisage la question. C'est là, assurément, un principe fort simple, mais qui ne ressemble en rien à une théorie mécanique, et mon but est précisément de montrer qu'il est erroné.

» J'ai montré, par un exemple auquel on peut joindre les *mouvements simples* de Cauchy, qu'il peut exister, dans un milieu dispersif, des mouvements tels, que la *vitesse de la lumière* V, définie plus haut, n'est pas égale à la vitesse avec laquelle marchent les ondes, ou, pour préciser, les *nœuds* du mouvement vibratoire, et qui est nécessairement égale à $\frac{\lambda}{T}$. M. Cornu trouve l'exemple mal choisi pour déterminer la vitesse de propagation a; cela est bien évident, puisque l'exemple a été choisi pour montrer un cas où cette vitesse n'existe pas.

» Ce qui précède suffit, je pense, à montrer l'état actuel de la question et à préciser le but que je poursuis, et qui est l'établissement d'une théorie rationnelle de la propagation des faisceaux lumineux d'intensité variable, tout au moins dans les cas les plus importants [1]. »

---

[1] M. Cornu met aussi en cause deux Notes que j'ai publiées il y a quelques mois sur la polarisation rotatoire; je conviendrai volontiers que ç'a été « un peu légèrement » quand M. Cornu aura rétabli la théorie des *trois systèmes de franges* de Fresnel. Je pense, d'ailleurs, avoir fait preuve de mon respect pour la mémoire de ce grand homme, en étudiant son œuvre avec toute l'attention qu'elle mérite.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur les spectrophotomètres.* Note de M. A. CROVA, présentée par M. Berthelot.

« La comparaison de deux spectres, provenant de deux sources de lumière différentes, s'obtient facilement en couvrant la moitié de la fente d'un spectroscope photométrique par un petit prisme rectangle, dont l'arête coupe normalement la fente en deux parties égales; l'une de ses moitiés reçoit directement l'une des lumières, et l'autre, par réflexion totale, l'autre lumière placée latéralement. Dans ce cas, la fente doit être horizontale, et, si le prisme est bien taillé et dépourvu d'aberration, on obtient à la fois l'image nette des raies spectrales et celle de l'arête du prisme, qui apparaît comme une ligne très fine, séparant l'un de l'autre les deux spectres à comparer.

» Dans le cas le plus général, le théorème de Sturm conduit à cette conclusion, que tous les rayons qui constituent un faisceau infiniment délié, réfracté ou réfléchi un certain nombre de fois par des surfaces planes, vont rencontrer deux droites infiniment petites contenues dans deux plans rectangulaires.

» En dehors du cas du minimum de déviation, un prisme simple donne donc toujours une aberration qui peut être représentée par celle d'une lentille cylindrique, convergente ou divergente selon les cas, dont l'axe est parallèle à l'arête réfringente; cette aberration peut être corrigée au moyen d'une lentille cylindrique, convenablement disposée. Une aberration du même genre affecte souvent les prismes à vision directe et ne permet d'obtenir des images nettes que dans deux directions parallèles ou perpendiculaires à l'arête réfringente, par des tirages différents de la lunette du spectroscope [1].

» J'ai constaté cette aberration en substituant à la fente un réticule formé de deux traits rectangulaires tracés sur une couche d'argent, substitué à la fente du spectroscope et éclairé par une lumière monochromatique. J'ai pu la corriger en intercalant entre le prisme dispersif et la lunette un système de deux lentilles cylindriques plan-concave et plan-convexe de même courbure : si les deux parties courbes sont au contact,

---

[1] Un prisme affecté d'une pareille aberration donnerait des images des protubérances solaires, nettes dans une seule direction; les mesures de leurs hauteurs pourraient donc être affectées d'une erreur, si l'aberration du prisme n'est pas convenablement corrigée.

le système constitue un milieu à faces parallèles; en les écartant convenablement, elles fonctionnent comme une lentille cylindrique dont la distance focale, variable à volonté, peut se calculer en fonction de la distance des deux lentilles.

» L'emploi des prismes à réflexion totale introduit, dans le rayon polarisé qu'ils réfléchissent, une différence de phase entre les deux composantes principales et donne, à l'émergence, un rayon polarisé elliptiquement. J'ai mesuré cette différence de phase dans les appareils dont je me sers; l'ellipticité qu'elle produit peut nuire à l'exactitude des mesures photométriques obtenues au moyen d'un nicol tournant. Cette polarisation elliptique par réflexion totale peut être complètement supprimée, en remplaçant le prisme simple par deux prismes à réflexion totale superposés au contact, dont les deux sections droites sont rectangulaires, ou par un seul prisme convenablement taillé, produisant l'effet des deux prismes dont je viens de parler.

» Avec cette disposition, on peut rendre la fente verticale, ce qui est plus commode; après les deux réflexions totales que subit la lumière dans ce prisme, le plan de polarisation a tourné de 90° et toute différence de phase entre les deux composantes principales a disparu; le rayon réfléchi conserve la polarisation rectiligne.

» Ces principes peuvent être utilisés dans la construction des spectrophotomètres et permettront, je l'espère, d'obtenir des mesures plus rigoureuses. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé pour faire reproduire la parole aux condensateurs électriques, et en particulier au condensateur chantant.* Note de M. A. **Dunand**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pour faire chanter un condensateur, on fait communiquer ses armatures avec les extrémités de l'hélice secondaire d'une bobine d'induction, et l'on interpose dans l'hélice primaire une pile et un microphone analogue au transmetteur de Reiss. Ainsi disposé, l'appareil ne reproduit que les sons musicaux.

» Si l'on remplace le microphone à contacts intermittents par un microphone à charbons qui se touchent, on peut, si le microphone est très sensible, faire reproduire au condensateur le tic tac d'un réveil, la sonnerie d'une montre, mais sans aucune netteté; les vibrations déterminées par la parole se traduisent par une série de crépitements.

» J'ai eu l'idée d'interposer une pile dans l'hélice secondaire de la bobine, c'est-à-dire de faire communiquer une extrémité du fil induit avec l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle communique avec une armature du condensateur, la seconde armature étant rattachée à l'autre extrémité du fil induit. Aussitôt le phénomène change : plus de crépitements; les sons articulés, la parole sont reproduits avec une parfaite netteté. Les feuilles d'étain du condensateur qui, sous l'influence seule des courants induits, ne fournissaient que des sons simples, traduisent avec fidélité les articulations les plus délicates, lorsqu'il y a déjà en elles condensation d'électricité.

» L'intensité du son varie beaucoup avec les éléments de l'expérience. Le condensateur qui m'a donné les meilleurs résultats a $0^{m},06$ de côté; il renferme trente-six feuilles de papier d'étain.

» Je me suis servi de deux bobines, toutes deux à condensateur, l'une de $0^{m},07$, l'autre de $0^{m},12$. Avec la première, qui est excellente pour faire chanter le condensateur, je ne puis mettre que 1 élément Leclanché dans le circuit inducteur, pour que les sons soient purs; avec la seconde, j'en puis employer deux, trois et plus, et les sons sont plus intenses.

» Quant à la pile auxiliaire, dont la présence produit les sons articulés, elle peut n'avoir que 2 ou 3 éléments; mais alors le son est faible. En augmentant le nombre des éléments, on augmente l'intensité des sons, mais non pas proportionnellement. Avec 10 éléments Leclanché, la bobine de $0^{m},12$ et 2 éléments Leclanché dans l'hélice primaire, la voix est aussi forte, au moins, qu'avec un bon téléphone. J'ai employé 15 éléments Bunsen, et l'intensité était grandement accrue; je pouvais entendre distinctement la parole en éloignant le condensateur à $0^{m},1$ de mon oreille.

» J'ai augmenté encore l'intensité des sons, en intercalant dans l'hélice primaire 3 ou 4 éléments au bichromate de potasse; mais dans ce cas les charbons du microphone s'échauffent assez promptement et la voix s'affaiblit.

» Il y a du reste une relation à trouver entre le nombre des éléments des deux piles. Je n'ai pas pu encore répéter assez mes expériences pour la déterminer.

» Le courant de la pile auxiliaire ne traverse pas le condensateur, car une boussole galvanométrique placée entre elle et la bobine ne fournit aucune déviation. J'ai interposé, entre le condensateur et la bobine, des résistances assez considérables, sans que les sons aient été sensiblement affaiblis.

» En résumé, grâce à la disposition que je viens de décrire, le condensateur chantant et tous les condensateurs électriques peuvent reproduire la parole, avec une intensité suffisante et une netteté parfaite.

» Je ne doute pas que, avec un microphone capable de supporter des courants plus intenses, on ne puisse faire parler le condensateur aussi fort qu'il chante, et je ne désespère pas d'arriver à ce résultat. »

M. **Th. du Moncel**, à propos de cette Communication, fait remarquer qu'il a lui-même fait l'expérience indiquée par M. Dunand et qu'il a constaté, en effet, une reproduction claire et intelligible de la parole avec un petit condensateur de $0^m,06$ sur $0^m,065$ de dimensions, et sous la seule influence de 3 éléments Leclanché interposés dans le circuit secondaire de la bobine d'induction, près le condensateur, et de 3 éléments de même nature dans le circuit primaire complété par un microphone commun. Il aurait poussé plus loin l'expérience s'il eût eu à sa disposition un plus grand nombre d'éléments; mais, n'en ayant que 6 pour le moment, il a dû borner là ses expériences, qui l'ont convaincu de la parfaite exactitude de ce qu'avait annoncé M. Dunand.

M. Th. du Moncel fait remarquer que le fait seul de faire reproduire les sons articulés par un condensateur chantant est très curieux, au point de vue scientifique, et montre que les idées qu'il avait présentées à l'Académie sur l'origine des sons dans le téléphone se trouvent de plus en plus confirmées.

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur de l'iode.* Note de MM. **J.-M. Crafts** et **F. Meier**, présentée par M. Friedel.

« La découverte de la densité anomale de la vapeur d'iode est un des résultats les plus remarquables du brillant travail de M. Victor Meyer. Il admettait entre 1027° et 1567° une densité constante et réduite aux deux tiers de la valeur normale. Peu de temps après la publication de M. Meyer, nous avons trouvé que la densité est régulièrement décroissante entre 650° et 1350°. M. Meyer a convenu depuis que les chiffres de ses températures étaient trop élevés; il a adopté un procédé de mesure de la température, proposé par l'un de nous, et à une très haute température, dont il n'indique pas la mesure : il admet une densité de vapeur qui approche de la moitié de la valeur normale. Il abandonne la limite $\frac{2}{3}$ sans adopter celle de $\frac{1}{2}$, qui nous paraissait indiquée par nos expériences et par l'hypothèse

probable d'une dissociation d'une molécule I^2 en deux atomes $I + I$.

» Il subsiste toujours une différence considérable entre nos chiffres, surtout vers la température de 1050° : M. Meyer trouve à ce point une densité de 5,83, et nous de 7,1, et il paraît attacher encore de l'importance à la coïncidence de son chiffre avec les deux tiers de la densité normale.

» Dernièrement M. Troost a trouvé à 1250° la densité 5,7, qui est très rapprochée de celle admise par M. Victor Meyer et par nous. A la suite de cette Communication, M. Meyer conclut que la méthode de M. Dumas et la sienne doivent donner des résultats identiques, et il retire les hypothèses qu'il avait proposées pour expliquer la possibilité d'une divergence.

» En même temps que lui, nous avons suggéré qu'une plus petite tension, due au mélange d'air avec les vapeurs, pourrait amener une densité plus faible dans un corps capable de dissociation, et par conséquent des résultats différents avec les deux méthodes; cette opinion était fondée sur des expériences, et, loin de la retirer, nous pensons qu'elle offre une des données les plus utiles pour décider la question de la constitution des vapeurs de l'iode.

» Des expériences subséquentes de M. Troost établissent nettement la variation de la densité à 448°, quand on diminue la tension ; mais elles ne nous paraissent pas propres à établir l'opinion défavorable à une dissociation, qui est avancée par leur auteur.

» C'est cette question de la variation de la densité de vapeur de l'iode avec la tension et avec la température que nous avons étudiée par plusieurs méthodes (1), et le Tableau ci-contre donne, sous la forme de plusieurs courbes, quelques-unes de nos déterminations.

» L'ensemble de nos résultats nous conduit aux conclusions suivantes.

» On remarque que, à une basse température, les courbes se réunissent en une ligne droite parallèle à l'axe des abscisses et correspondant avec la densité normale; à 355°, par exemple, nous avons observé que les va-

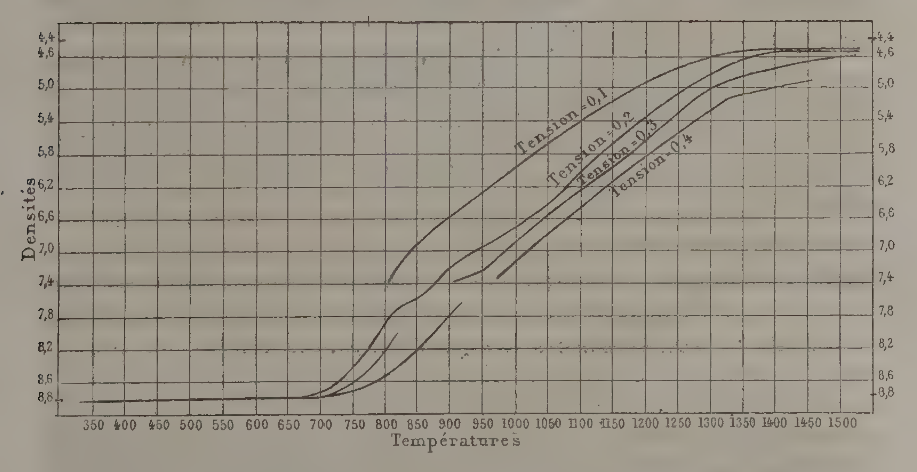
---

(1) Il est entendu que la densité de la vapeur est comparée avec celle de l'air à la même température et à la même pression. Quelques observations ont été faites à la température de 355° par la méthode employée par M. Troost; d'autres, sous des pressions variées entre $0^{atm},1$ et $2^{atm},5$, ont été faites avec une modification de l'appareil décrit par nous, avec planche, dans le *Bulletin de la Société chimique;* mais, dans le plus grand nombre des déterminations, on s'est contenté de faire varier la quantité de substance qui se volatilise dans l'air remplissant l'appareil, après avoir modifié la forme du vase en porcelaine. Nous nous sommes convaincus, par plus de quatre-vingts déterminations, que ces méthodes donnent des résultats comparables.

peurs de l'iode ont le même coefficient de dilatation que l'air et le même coefficient de compressibilité.

» La variation avec température montante de la densité (relative) s'accroît plus rapidement jusqu'au milieu de chaque courbe, pour diminuer ensuite et pour devenir nulle aux plus hautes températures; avec de faibles tensions, la densité de vapeur devient de nouveau constante entre 1400° et 1520°, et égale à la moitié de la densité normale.

» On voit les courbes correspondant aux densités les plus faibles s'écarter les premières de la ligne droite, pour redevenir les premières parallèles à l'axe des abscisses à de hautes températures. Le ramollissement de la porcelaine par la chaleur nous a empêchés de poursuivre jusqu'à la fin l'étude



de ce phénomène, dans le cas des tensions les plus fortes. Nous avons mis dans le Tableau seulement des séries qui nous paraissaient faites dans des conditions comparables, et nous préférons discuter, dans un Mémoire plus détaillé, d'autres expériences sur les plus faibles et les plus fortes tensions; mais nous pouvons dire que chaque observation se range approximativement à la place prévue sur le Tableau, et que nous avons pu vérifier l'exactitude d'une série de déterminations présentées à l'Académie dans une Communication précédente.

» Quant aux conclusions théoriques, tous les faits sont d'accord avec l'hypothèse déjà avancée, que l'iode peut exister à de basses températures à l'état moléculaire I^2 et aux plus hautes à l'état atomique I, et que les variations de la densité avec la température et la pression correspondent

avec une dissociation qui progresse suivant des lois souvent observées entre ces deux termes. Quand il s'agit de la dissociation d'une molécule en atomes homogènes, on ne peut pas employer les méthodes de démonstration qui ont servi à M. Sainte-Claire Deville dans son travail classique, et il faut admettre que les preuves absolues font défaut; mais on ne peut pas méconnaître que tous les phénomènes se passent comme on les observerait s'il y avait une dissociation, et cette hypothèse nous paraît offrir la seule explication du fait curieux, que les deux limites correspondent avec deux proportions chimiques simples et bien définies I^2 et I.

» L'effet d'une diminution de tension pour faciliter une dissociation est connu, et l'on peut citer, à cet égard, les travaux de M. Friedel, sur la combinaison de l'acide chlorhydrique avec l'oxyde de méthyle, et de M. Lemoine sur l'acide iodhydrique.

» M. Salet a observé que la couleur des vapeurs de l'iode devient beaucoup moins foncée à de hautes températures [1], et nous espérons que notre travail pourra fournir une base numérique aux spéculations sur la décomposition des éléments qu'on a fondées sur des observations spectroscopiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation directe des composés chlorés et bromés de la série méthylique, et particulièrement du chloroforme et du bromoforme.* Note de M. **Alb. Damoiseau**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note antérieure, j'ai décrit une méthode qui permet de réaliser la substitution du chlore et du brome dans les composés hydrocarbonés, en combinant l'action d'une température élevée et la propriété condensante de certains corps poreux. Je viens exposer les résultats que m'a fournis l'application de cette méthode à la préparation des dérivés chlorés et bromés de la série méthylique.

» Si l'on prend pour point de départ le chlorure de méthyle, on réussit aisément à produire les composés $C^2H^2Cl^2$, C^2HCl^3 et C^2Cl^4 au moyen de la disposition suivante.

» Un courant régulier de chlore, fourni par un appareil continu, vient se mélanger en proportions convenables au chlorure de méthyle, pour traverser ensuite un long tube contenant du charbon animal et chauffé entre 250° et 350°. A l'extrémité du tube on peut constater que dès le com-

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, p. 674; 1880.

mencement la substitution s'opère avec une régularité parfaite; le chlore disparaît absolument. Il suffit de refroidir les gaz, après avoir absorbé l'acide chlorhydrique par un lavage à l'eau, pour recueillir un produit dont la composition répond sensiblement au mélange de chlore et de chlorure de méthyle employé. On peut ainsi, par exemple, préparer rapidement plusieurs centaines de grammes de chloroforme.

» La réactiou s'effectue avec une telle netteté, que la possibilité de produire économiquement le chloroforme par cette méthode ne me paraît pas douteuse; il suffirait pour cela que l'industrie pût livrer à un prix convenable du chlorure de méthyle suffisamment pur.

» La réaction du brome sur le bromure de méthyle s'opère tout aussi aisément, et l'on produit à volonté, en variant seulement la proportion du brome, les composés $C^2H^2Br^2$, C^2HBr^3, C^2Br^4.

» Mes observations montrent qu'on peut également obtenir les dérivés par substitution d'un assez grand nombre de composés stables à la température indiquée. Toutefois, cette condition de température se trouve notablement modifiée par les circonstances de l'opération, et notamment par la présence du noir animal. Ainsi l'acide acétique décomposable, seulement vers le rouge sombre dans les conditions ordinaires, donne, quand on le traite par le chlore ou le brome et le noir animal à 300°, non pas des acides acétiques chlorés, mais des produits de destruction de l'acide acétique et les dérivés substitués de ces derniers.

» Si, par exemple, on opère avec un mélange contenant 2^{at}, 4^{at}, 6^{at} de brome pour 1^{mol} d'acide acétique, dès 300° les gaz qui sortent du tube sont sensiblement décolorés; mais, après avoir absorbé l'acide bromhydrique, on constate la présence d'une quantité considérable d'acide carbonique. Les produits condensables sont presque entièrement constitués par des dérivés bromés du formène.

» Avec le chlore et l'acide acétique on obtient en peu de temps des quantités relativement considérables de chloroforme. Avec le brome, l'opération est plus facile encore à régler et constitue le mode opératoire le plus avantageux pour l'obtention du bromoforme. Je donnerai sur ce point quelques indications.

» Un mélange formé de 1 partie d'acide acétique cristallisable et de 8 parties de brome pénètre goutte à goutte dans un tube à charbon chauffé entre 280° et 300°. Les produits de la réaction, refroidis, tombent dans un flacon vide disposé à cet effet; l'acide bromhydrique est absorbé dans un flacon laveur à eau. Une petite quantité de brome est entraînée

par l'acide carbonique. Dans ces conditions j'ai pu recueillir en quelques heures plus de 500^{gr} d'un produit dont les quatre cinquièmes passaient entre 147° et 155°. Le bromoforme bout à 152° ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions du muscle petit oblique de l'œil, chez l'homme.* Note de M. Fano, présentée par M. H. Bouley.

« Il existe une grande divergence d'opinion entre les anatomo-physiologistes, relativement au sens dans lequel la pupille se porte sous l'influence de la contraction du muscle petit oblique. Toutes les assertions reposent sur des vues théoriques, ou sur des expériences cadavériques.

» Sur le vivant, il y a deux manières de s'assurer du mode d'action exercé par un muscle en état de contraction : 1° le soumettre à l'électrisation; 2° observer l'effet produit par la contraction *spontanée* et *volontaire* du muscle. Ces expériences ne peuvent donner aucun résultat pour le muscle petit oblique, parce que ce muscle a des connexions de voisinage trop rapproché avec d'autres muscles de l'œil, et que la volonté est impuissante pour le faire se contracter seul, dans les circonstances ordinaires.

» C'est à la Physiologie pathologique qu'il faut s'adresser pour résoudre la question. S'il était possible de rencontrer un sujet atteint de paralysie de tous les muscles de l'œil, à l'exception des deux muscles obliques, il y aurait lieu de rechercher quels sont, en l'absence des mouvements de l'œil exécutés par les muscles droits, ceux de ces mouvements qui persistent encore. Alors il ne serait pas difficile de faire la part d'action du muscle grand oblique et du muscle petit oblique. Ces cas sont rares, parce que le muscle petit oblique est animé par la même paire nerveuse que les muscles droits supérieur, inférieur et interne. Il faut un concours particulier de circonstances, pour que le muscle petit oblique conserve sa contractilité alors que les trois muscles droits sont paralysés. Il se peut néanmoins qu'une lésion cérébrale réalise ces conditions si rares, en même temps que le muscle abducteur est paralysé aussi. Alors l'innervation ne se transmet plus qu'aux deux muscles obliques de l'œil.

» Tel était précisément l'état des choses chez un enfant de douze ans que j'ai observé récemment :

» A la suite de convulsions développées à l'âge de cinq mois, les yeux et les paupières

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie.

étaient presque complètement privés de mouvements. L'exercice de la vision était difficile, en raison du faible écartement des paupières, s'opposant à ce que les globes fussent assez découverts. Les paupières supérieures ne s'écartaient de l'inférieure qu'à la faveur de la contraction du muscle frontal. Avec les plus grands efforts, l'enfant n'arrivait à obtenir qu'un écartement de $0^m,005$. Il était forcé, pour lire, de rejeter la tête fortement en arrière. Après l'excision d'un lambeau quadrilatère de la peau de la paupière supérieure, de $0^m,01$ de hauteur et de $0^m,02$ de longueur, et une cicatrisation rapide des plaies, réunies par première intention, l'écartement des paupières supérieures et inférieures pendant la contraction du frontal arrivait à $0^m,007$, ce qui eut pour résultat d'améliorer notablement la vision.

» L'étude attentive et répétée des mouvements des yeux chez l'enfant nous a permis de constater les faits suivants.

» Lorsqu'on commande à l'enfant de regarder, soit en *haut*, soit en *bas*, soit en *dedans*, soit en *dehors*, *la cornée n'exécute aucun des mouvements en ces divers sens.* On aperçoit seulement un *léger mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur*, lequel mouvement est plus facile à étudier quand on engage l'enfant à regarder en dedans. Pendant que le petit patient fait un effort pour obéir à l'ordre qu'on lui donne, on voit que l'œil exécute un mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur. En prenant le diamètre vertical de la cornée pour ligne de repère, on voit que l'extrémité inférieure de ce diamètre se porte en dedans, pendant que l'extrémité supérieure se porte en dehors. En considérant une des veinules de la conjonctive scléroticale pendant que l'œil exécute le mouvement que nous venons d'indiquer, on voit manifestement cette veinule se rapprocher du bord libre de la paupière inférieure. Si l'on engage l'enfant à continuer l'effort pour porter l'œil en dedans, on constate que la cornée se porte alors *directement un peu en dedans*, l'œil ne tournant plus sur l'axe antéro-postérieur, mais sur son axe vertical.

» Lorsque l'effort fait par l'enfant cesse, la cornée reprend sa place, en exécutant un mouvement de rotation en sens inverse de celui qui a été décrit précédemment.

» Il résulte des données précédentes que le muscle petit oblique exerce sur l'œil deux sortes de mouvements :

» 1° *Il fait exécuter d'abord au globe un mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur, mouvement qui porte l'extrémité supérieure du diamètre vertical de la cornée de haut en bas et de dedans en dehors.* Ce mouvement résulte de ce que, par le fait seul de sa contraction, l'insertion tendineuse ou mobile se rapproche de l'insertion fixe ou orbitaire du muscle.

» 2° *Après ce premier mouvement, le muscle petit oblique en produit un autre : il porte la pupille en dedans.* Ce second effet s'explique : le mouvement de rotation imprimé à l'œil par le muscle petit oblique, au début de la contraction de ce dernier, est limité par le muscle grand oblique, qui est l'antagoniste du petit oblique. Si la contraction du muscle petit oblique se continue, ce muscle agit directement, par ses fibres musculaires (qui tendent à se redresser, comme cela arrive pour tous les muscles curvilignes),

sur la partie inféro-externe du globe, qu'elles entourent d'une sorte de sangle, et qui est portée alors en avant et en dedans. Par suite, la pupille se porte en *dedans*.

» 3° Le résultat des deux actions précédentes est de porter la pupille en *dedans* et de la faire tourner autour de son *axe antéro-postérieur*, sans la porter, dans sa totalité, ni en *haut* ni en *bas*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Faits pour servir à l'étude de la formation des brouillards.* Note de M. CH. ANDRÉ.

« A la fin d'une Communication faite à la Société météorologique de France [1], M. Mascart appelle l'attention des météorologistes sur les variations locales de la pression atmosphérique, au moment des changements d'état de l'eau atmosphérique, et en particulier au moment de la condensation des brouillards. L'observation suivante, faite par M. Marchand à notre station du mont Verdun, est intéressante à cet égard.

» Pendant la journée du 8 novembre dernier, la pression atmosphérique était haute au Verdun, la température, au contraire, voisine de 0°, et le vent y soufflait avec une faible vitesse moyenne; un brouillard intense couvrait le massif du Verdun, se dissipant par intervalles pour reparaître bientôt après, mais souvent accompagné d'averses assez fortes, ainsi que le montre le Tableau suivant :

8h matin	Brouillard intense qui se dissipe bientôt.
8.30m »	Pluie à peu de distance du Verdun (mont Cindre), pluie légère sur le Verdun (0mm, 1).
9.30 »	Brouillard sur le Verdun.
10.10 »	Le brouillard disparaît; averse (1mm,0).
10.30 »	Le brouillard réapparaît; faible de 10h 50m à 11h 15m.
11.15 » à 11h 50m.	Averse (0mm, 7).
1.10 soir..........	Brouillard.
1.50 »	Pluie; le brouillard disparaît (0mm, 8).
2. 5 »	La pluie continuant, le brouillard réapparaît.
2.15 »	Dernières gouttes de pluie, brouillard.
2.55 »	La pluie recommence et continue jusqu'à 7h du soir.

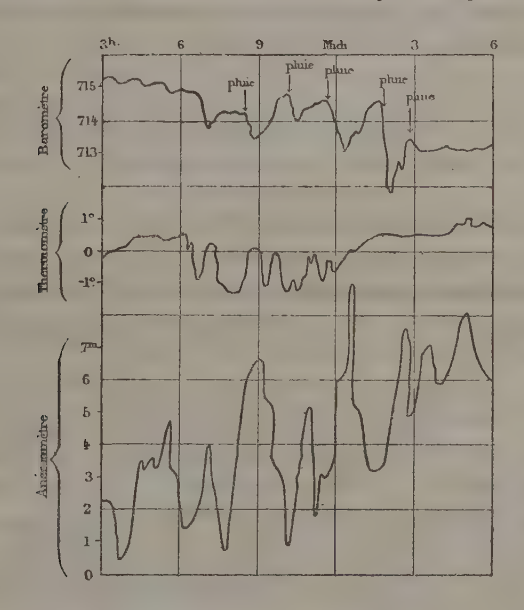
» D'un autre côté, la figure ci-contre résume l'ensemble des courbes don-

---

(1) *Sur l'inscription des phénomènes météorologiques et en particulier de l'électricité et de la pression* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, 28e année, 1880, 1er trimestre).

nées, pendant ce temps, par quelques-uns des enregistreurs de la station. L'examen de cette figure met en évidence ce fait, que *le baromètre baisse dès que la pluie commence;* mais la baisse est toujours brusque, presque toujours accompagnée de la disparition du brouillard, et atteint parfois (comme à $2^h 3^m$) 2^{mm} de mercure, tandis que la hausse est plus lente, se fait généralement à diverses reprises, et est accompagnée par la formation d'un brouillard d'intensité variable.

» Au point de vue des variations barométriques, le phénomène est tout à fait inverse de celui que l'on observe lors des pluies d'orage; mais son explication est facile : la baisse est due au vide produit par la condensation



brusque de la vapeur d'eau, et les hausses successives à l'arrivée successive de nouvelles masses d'air saturé.

» On en a des preuves multiples, dans l'allure des autres éléments météorologiques. En effet, comme conséquence de ce vide, il doit se produire une augmentation dans la vitesse du vent, due à l'arrivée des masses d'air froid qui viennent le combler, ainsi que des variations brusques et fréquentes de la température, s'élevant ou s'abaissant alternativement suivant celles de ces masses d'air; c'est ce que montrent nettement les courbes thermométrique et anémométrique. Chaque pluie est accompagnée d'un

petit coup de vent; les maxima de la vitesse du vent coïncident sensiblement avec les minima de pression. En effet, ces ruptures d'équilibre dans la portion considérée de l'atmosphère sont parfois mises en évidence par la girouette. Ainsi, à $9^h 30^m$, au moment où le brouillard reparaît et en même temps que le thermomètre s'élève, le vent saute brusquement du nord-ouest au sud, pour retourner brusquement au nord-nord-est au début de la pluie ($10^h 15^m$); de même, à $1^h 20^m$ du soir, peu après la réapparition du brouillard, le vent saute brusquement du nord-est au sud, pour revenir brusquement au nord-nord-ouest ($1^h 50^m$) lorsque la pluie recommence.

» Nous avons d'ailleurs observé souvent, soit au parc, soit au Verdun, des faits analogues lors des brouillards; l'observation qui précède est la plus caractéristique. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelle éruption du Mauna-Loa (îles Hawaï).* Note de M. W.-L. Green. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Daubrée.)

« Le grand volcan des îles Hawaï, le Mauna-Loa, est entré en éruption le 9 novembre dernier, avec une violence dont on a eu rarement des exemples. Un double courant de lave, de 60^{km} à 80^{km} de longueur, est sorti en un point qu'on précisera mieux lorsque l'accès en sera permis, et qui paraît situé entre les cratères de 1855 et de 1860.

» Un témoin oculaire décrit le spectacle imposant de l'immense masse, se mouvant lentement avec une force irrésistible et charriant à sa surface de volumineux quartiers de roches, aussi facilement que l'eau transporte de frêles embarcations. Le front de ce fleuve de pierres incandescentes s'élevait comme une muraille de 4^m à 10^m de hauteur, cédant sans cesse sous la pression qu'il subissait et se déchirant en débris aussitôt recouverts par la masse fluide. Les scories recouvraient complètement la lave, qui n'a été directement visible nulle part. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la formation d'une couche mince de glace à la surface de la mer, observée à Smyrne pendant l'hiver de* 1879. Note de M. Carpentin.

« Je signale à l'Académie un phénomène météorologique qui s'est produit à Smyrne le 25 janvier 1879.

» Ce jour-là, et jusqu'à 9^h du matin, une couche de glace de $0^m,002$

d'épaisseur environ recouvrait toute la surface de la mer, le long des quais, sur une étendue de 2^{km} en longueur et de 500^{m} en largeur. Dans le port marchand, qui est presque fermé, la surface de l'eau était également congelée.

» Ce phénomène remarquable trouve sans doute son explication dans l'action réfrigérante exercée sur la mer, pendant la nuit du 24 au 25 janvier, par la coïncidence des circonstances suivantes :

» 1° Température centigrade de 1°,5 au-dessous de 0°, le 25, à 6^{h} du matin;

» 2° Calme complet, le 25 au matin;

» 3° Légère brise d'ouest-nord-ouest, n'ayant qu'une vitesse de 50 milles anglais par vingt-quatre heures (du 24 au 25 midi); vent léger, qui poussait directement vers les quais de Smyrne les eaux du Guédyze (ancien Hermus) refroidies par la fonte des neiges; ces eaux devaient, en vertu de leur faible densité, former une couche mince à la surface de l'eau de la mer;

» 4° Rayonnement intense, dû à un ciel d'une sérénité exceptionnelle. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel emploi de l'électricité;* par M. **O.-F. Grandt.**

« L'auteur annonce à l'Académie qu'il a construit un appareil pour mettre en mouvement les navires.

» La machine à vapeur ordinaire actionne un ou plusieurs appareils électrodynamiques d'induction. Le courant électrique est transmis à un voltamètre contenant de l'eau acidulée, qui se décompose en oxygène et hydrogène. Ces gaz sont conduits dans un tube, à l'arrière ou à l'avant de la coque, selon que l'on veut marcher en avant ou en arrière; ils s'échappent par une ouverture pratiquée près de la quille du navire.

» Un peu au-dessus de cette ouverture, se trouvent deux pointes de platine, isolées l'une de l'autre, et en communication avec un appareil d'induction de Ruhmkorff. Lorsque le gaz s'échappe par l'ouverture, près de la quille, une étincelle part et allume le gaz, qui fait explosion, et cette explosion fait avancer ou reculer le navire. »

M. Larrey présente, dans les termes suivants, de la part de M. le général *Barnes,* le premier Volume, en anglais, de l'« Index-Catalogue de la bibliothèque de l'Office du chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, à Washington » :

« Ce Volume in-4°, de près de 900 pages à deux colonnes, contenant les noms d'auteurs et les sujets, offre un plan analytique tellement vaste, qu'il s'arrête à la première partie de la lettre B, au nom de *Berlinski*, indiqué sur le titre.

» C'est le spécimen le plus complet et le plus méthodique d'une Table de toutes les matières afférentes aux sciences naturelles et aux sciences médicales, dans leur ensemble, ainsi que dans leurs applications à l'Hygiène, à la Médecine et à la Chirurgie des armées. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 janvier 1881.

Commission chargée de l'étude des moyens propres à prévenir les explosions du grisou dans les houillères (loi du 26 mars 1877). Rapport de M. Haton de la Goupillière. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Découverte d'un squelette entier de Rytiodus dans le falun aquitanien; par M. E. Delfortrie. Bordeaux, impr. J. Durand, 1880; in-4°. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne*).

Les dunes littorales du golfe de Gascogne, etc.; par M. E. Delfortrie. Bordeaux, impr. J. Durand. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne.*)

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante el año 1876-1877-1878. Madrid, impr. M. Ginesta, 1878-1879; 3 vol. in-8° cart.

Die Meteorite (Chondrite und ihre Organismen), dargestellt und beschrieben von Dr Otto Hahn. Tübingen, Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, 1880; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annali dell' Uffizio centrale di Meteorologia italiana; serie II, vol. I, 1879. Roma, tipogr. Cenniniana, 1880; in-4°.

Proceedings of the philosophical Society of Glascow; 1879-80, vol. XII, n° 1. Glascow, John Smith, 1880; in-8°.

The american Ephemeris and nautical Almanac for the year 1883. Washington, Bureau of Navigation, 1880; in-8°.

Index Catalogue of the library of the surgeon general's Office, United States army : authors and subjects. Vol. I : A-Berlinski. Washington, Government printing Office, 1880; grand in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)